Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. | 16 | 105—111 | München, 25. 10. 1976

Palökologische und fazielle Untersuchungen an Gesteinen des Evaporitzyklus II bei Paghi/Nordkorfu (Griechenland)

Von Karl O. Heimann & Walter Jung[1])

Mit 1 Abbildung und Tafel 9—10

Zusammenfassung

Eine Wechselfolge von Mergeln, Kalkareniten und chemischen Sedimenten bildet den Großzyklus II bei Paghi/Nordkorfu. Kurzzeitige Schwankungen der Wassertiefen, Salzkonzentrationen und Jahreszeiten sind Ursache der Laminite, Langzeitereignisse, wie Evaporation und reduzierte Wasserzirkulation die der Großzyklen.

Ein während der Sedimentation eines Evaporit-Zyklus denkbarer allgemeiner Anstieg der Jahrestemperaturen scheidet als Bildungsursache aus, da die vor allem im Liegenden und im Hangenden des Gipsbandes II gefundene Flora uniforme Klimabedingungen widerspiegelt. Bisherige Aussagen der Autoren (1975) werden bestätigt und erweitert.

Bei allgemeiner Restriktion des gesamten Mittelmeeres während des Messins sind es dennoch weitgehend lokale Bedingungen, die zu wechselnden Mächtigkeiten und unterschiedlicher Anzahl der evaporitischen Zyklen führen.

Résumé

L'intervalle évaporitique II (Messinien) dans la coupe de Paghi (Bassin néogène septentrional de Corfu) est répresenté par des marnes gris bleu ou brunes à passées calcarénitiques et des sédiments chimiques.

Les couches finément litées carbonatées et gypseuses (laminites) sont dues à des conditions de courte durée, comme profondeur d'eau, concentration de la saumure et oscillations saisonnières, tandisque toute la ‹ Séquence majeure › qu'ils constituent est le résultat d'un régime d'évaporation et de restriction de la circulation (évènement de longue durée).

Une moyenne plus élevée des temperatures annuelles pendant un intervalle pourrait bien être la cause pour une séquence majeure. Ceci pourtant est à con-

[1]) Dipl.-Geol. K. O. Heimann, Lehrstuhl für Geologie, Abt. Sedimentforschung und Meeresgeologie, Technische Universität, Arcisstr. 21, 8000 München; Prof. Dr. W. Jung, Institut für Paläontologie und historische Geologie der Universität, Richard-Wagner-Str. 10, 8000 München 2.

trediction avec les restes végétaux trouvés endessous, dans et au-dessus de la séquence majeure II de Paghi, qui indiquent un climat uniforme pendant toute cette période de sédimentation. Une restriction de la circulation en Méditerranée pendant le Messinien est temoignée par des couches évaporitiques prèsqu'ubiquitaires dans ce bassin, nombre et puissances de ces évaporites diffèrent pourtant selon les conditions locales.

Summary

Evaporitic cycle II (Messinian) of the Paghi-section (Northwestern Neogene Basin of Corfu) is represented by marls interbedded with arenites and chemical sediments. They represent cyclic events. While carbonate- and gypsum-laminae are due to short-living conditions as water-depth, concentration of brine and seasonal oscillations, a major cycle ows his existance to long lasting events like evaporation and restriction of the water body.

Such a cyclic event could be imagined as the result of rising annual temperatures during a given interval. This must be excluded, at least for Paghi-cycle-II, as the vegetable remains in the layers beneath, in and on top of gypsum II reflect uniform climatic conditions.

A restriction of water circulation in the "Messinian Mediterranean" is testified by a general 'salinity crisis', the individual number of cyclic events and their thicknesses in the different regions, however, have to be attributed to varying local conditions.

Inhalt

1. Einleitung

Im Rahmen der Bearbeitung der obermiozänen Evaporitfazies auf den Ionischen Inseln Zakynthos, Kephallinia und Korfu wurden die Schichtenfolge und Flora des Messins im nordkorfiotischen Neogenbecken anhand von 3 Teilprofilen bereits beschrieben (Heimann, Jung & Braune, 1975). Die Durchsicht einer größeren Probenzahl läßt eine Erweiterung der bisherigen Aussagen zu.

Wir danken an dieser Stelle den Damen J. Just und H. Schauderna (Universität München) für ihre Auskünfte bezüglich der Foraminiferen sowie der Diatomeenflora des Aufschlusses Paghi, den Herren Priv. Doz. Dr. F. Fabricius für die 2 SEM-Photos und Dr. W. Sigl (Technische Universität München) für seine Hilfe bei der Photographie des paläontologischen Materials.

2. Evaporitischer Zyklus

Die Schichtenfolge innerhalb eines in vorgegebener Wassertiefe und bei zunehmender Konzentration entstehenden evaporitischen Zyklus wurde anhand sizilianischer Obermiozän-Profile definiert (Heimann & Mascle, 1974). Wiederholungen von z. T. unvollständigen Kleinsequenzen („s-m-t-c"-Sequenzen; „s" = Sand, „m" = (sandiger) Mergel, „t" = ‚Tripoli' = Diatomeenmergel, Diatomit und „c" = Karbonat) werden durch Gipslaminite und auf diese im Hangenden folgende Selenitrasen zu einem Großzyklus („Séquence majeure") vervollständigt.

Die in den liegenden Anteilen des Messins gesteinsbildenden Diatomeen nehmen dem Hangenden zu mengenmäßig deutlich ab. Sie sind, wenn überhaupt, in den graugrünen Mergeln „m", und nicht wie im Liegenden in den weißlichgrauen Laminae zu finden. Die weißlichen Laminae in den hangenden Teilen der Serie werden, insbesondere im Referenzprofil Eraclea Minoa, Sizilien, durch „c" (80 %—90 % Calcit, z. T. Aragonit) gebildet, so daß sich Kleinsequenzen von der Art „s-m-c" ergeben.

3. Der evaporitische Zyklus II bei Paghi

3.1 die Gesteinsfolge

Die bei Paghi aufgenommenen Schichten des obersten Miozäns mit *Globorotalia humerosa* und *Globorotalia dutertrei* enthalten 7 gipsführende Horizonte, die als evaporitische Zyklen anzusprechen sind (Heimann, Jung & Braune, 1975) und die vom Liegenden zum Hangenden mit I—VII durchnumeriert sind.

Von diesen ist insbesondere Zyklus II sowohl wegen seiner guten Aufschlußverhältnisse als auch der in den unmittelbar liegenden und hangenden Schichten aufgefundenen Makroflora und der damit verbundenen klimatischen Aussagen interessant.

Die dem Profilausschnitt (Abb. 1) beigegebenen Analysenwerte vermitteln einen Überblick über die Zusammensetzung der Sedimente. Im Liegenden der Mergelbreccie mit weißlichen Kalkgeröllchen steht eine intensive Wechsellagerung von 3—4 cm mächtigen geschichteten blaugrauen Mergeln mit 0,5—1 cm dünnen Areniten an. In diese Wechsellagerung schalten sich im Hangenden der Mergelbreccie mm- bis cm-dünne weißliche leicht zu zerreibende Schichten ein, die zuerst für Diatomeenmergel gehalten wurden.

Die kombinierte Untersuchung mittels Röntgendiffraktometer, Punktanalyse und Elektronenmikroskop ergab für einige der Zwischenlagen reinen nadeligen Aragonit, für andere mikrokristallinen Calcit. Diese Sedimente werden als chemische Fällungen im Rahmen der zunehmenden Konzentration angesehen (Heimann, 1976). Dabei ist an einen Mechanismus im Sinne der rezenten „whitings" (D. Neev, 1963; D. J. J. Kinsman, 1964c; Wells & Illing, 1964) gedacht, die bei Zusammenfallen günstiger Temperatur- und Konzentrationsbedingungen stattfinden. Jahreszeitliche Temperaturschwankungen wurden durch die erste Bearbeitung der Floren nachgewiesen; für eine relativ schnelle Sedimentation der weißen Karbonate spricht die Tatsache, daß die Flora ausschließlich in Mergeln und auf deren Schichtflächen gefunden wurde. Zu einer ähnlichen Interpretation von Laminiten verschiedenen Alters kamen Busson et al. (1972).

Durch Wechsellagerung von Sanden „s", Mergeln „m" und mikrokristallinem Karbonat „c" kommt es zu vollständigen „s-m-c"-Sequenzen; „s" kann dabei unterschiedliche Mengen detritischen Gipses führen.

Neben bereits erwähnten Foraminiferen finden sich in diesen Liegendschichten von Evaporit II Echinodermenreste, Schwammnadeln, Radiolarien und ubiquitäre Diatomeen.

Unter kontinuierlicher Abnahme der Mergel und allmählich zunehmender Anzahl und Mächtigkeit der Gipslaminite setzt die Sulfatfazies ein.

Neben „primären" Gipslaminiten, i. e. mechanisch überprägten Gipsgesteinen mit primären Reliktstrukturen, finden sich auch laminierte Gipsarenite mit geringem Prozentsatz an Kalk- und Schlammgeröllchen. Die „primären" Laminite werden dabei aus dem Vergleich mit Evaporationsversuchen (EDINGER, 1973) derart interpretiert, daß durch zunehmende Konzentration bedingt nadelige Kristalle ausfie-

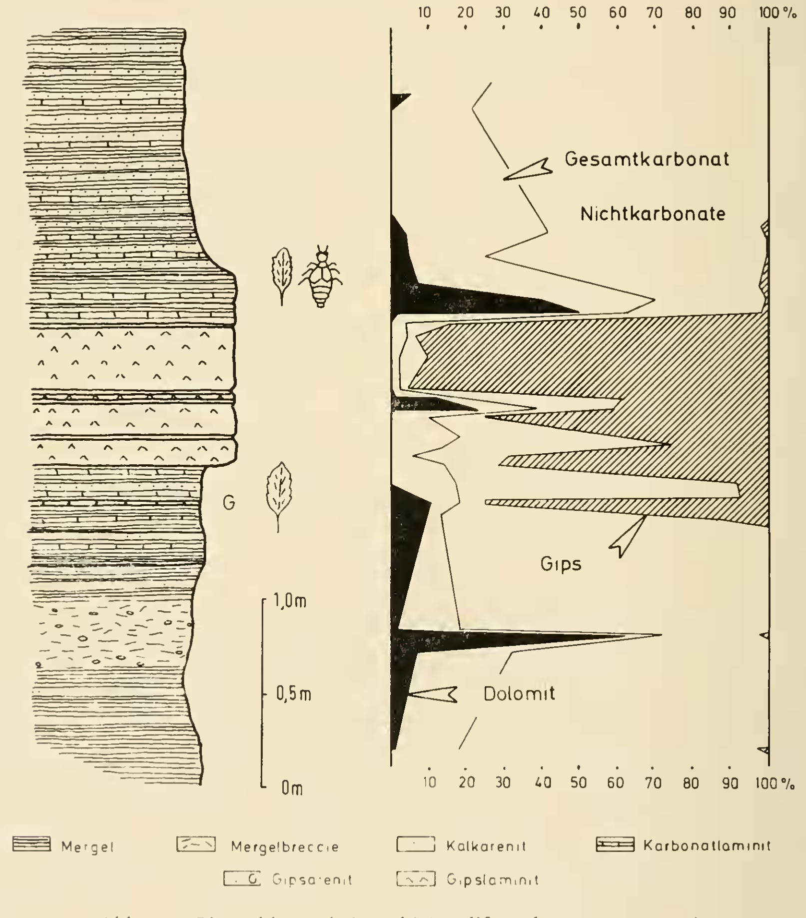


Abb. 1: Gipszyklus II bei Paghi (modif. nach HEIMANN 1976)

len, die im Bildungsmilieu des bewegten Flachwassers größtenteils wieder zerstört und zusammen mit nicht zerstörten Nadeln (Reliktstrukturen) sedimentiert wurden.

Obwohl es innerhalb dieses evaporitischen Ereignisses aus faziellen Gründen nicht wie im benachbarten Profil Kavadades (HEIMANN, JUNG & BRAUNE, 1975) zur Abscheidung von Seleniten kam, wird Evaporit II als vollständiger Großzyklus gewertet.

Die Karbonatlaminite, die wie im Liegenden nicht sehr guterhaltene Blatt-, Frucht-, Rinden- und Ast-Reste aufweisen, setzen unmittelbar im Hangenden von Gipsband II wieder ein. Sie stellen auf den nächstfolgenden Zyklus (III) bezogen eine analoge Entwicklung wie bei II dar. Die Schichtenfolge ist jedoch durch einen höheren Anteil an Areniten gekennzeichnet.

Zu erwähnen ist in diesen Schichtgesteinen das Vorkommen von Odonaten-Larven (Taf. 9, Fig. 3). Auch sie finden sich wie die Blätter in den graugrünen Mergeln und auf deren Schichtflächen, nicht aber in den reinen Karbonatfilmen oder auf deren Oberflächen. Aus ungestörter Lagerungsart und Gruppierung der Larven auf engstem Raum in den ebenfalls ungestörten Sedimenten wird auf ihren ursprünglichen Lebensraum und damit partiell oder sporadisch trockenfallende Flachwasserbereiche geschlossen (STATZ fide MÄGDEFRAU, 412, 1968). Nach dem gleichen Autor läßt dies auf hohe Sommertemperaturen schließen — bei fehlenden Niederschlägen. Es ist dies ein paläozoologischer Befund, der geeignet erscheint, die früher (HEIMANN, JUNG & BRAUNE, 1975) geforderte hohe Sommerwärme auch von dieser Seite aus zu dokumentieren.

3.2 Die Pflanzenreste

Die in der Schichtenfolge von Paghi z. T. neu aufgesammelten Pflanzenreste sind Materialien aus dem Liegenden und dem Hangenden des Gipses II, z. T. auch aus Mergeleinschaltungen innerhalb der Gipssedimente.

Die Abdrücke aus dem unteren Niveau entsprechen den schon früher (HEIMANN, JUNG & BRAUNE, 1975) beschriebenen Pflanzenresten. Die seinerzeit gemachten Ausführungen gelten in allen Punkten weiter. Lediglich eine kleine Ergänzung der Florenliste ist anzuführen.

Neu belegt sind:

Populus cf. *alba* L.
Ulmus pyramidalis GOEPP. (Taf. 9, Fig. 1)
Pterocarya cf. *fraxinifolia* (LAM.) SPACH.
Castanea cf. *sativa* MILL. (Taf. 10, Fig. 3)
Daphnogene sp.

Die Gattungen *Abies* und *Tsuga* liegen nunmehr auch in fertilen (Samen bzw. Zapfenschuppen) Resten vor. Auch unbestimmbare Rindenstücke von doppelter Handgröße und fingerstarke Ästchen enthält die neu aufgesammelte Kollektion.

Kein Unterschied besteht zu der Hangendflorula. Das Fossilmaterial aus den Hangendpartien von Zyklus II ist nur weit weniger. Daher sind nicht alle im Liegenden nachgewiesenen Formen vertreten. Enthalten sind jedoch alle wesentlichen Gattungen des tieferen Bereichs, dazu noch:

Myrica ungeri HEER
Quercus cf. *cerris* L.

In beiden Horizonten, sowie auch in Mergeleinschaltungen innerhalb des Gipsbandes II ist somit das charakteristische Gemisch von Koniferen-Resten, ganzrandigen Sklerophyllen und Blättern mesophiler Bäume belegt. Ebenso eigentümlich ist bei den Fundschichten das Zusammen-Vorkommen von „klassischen" Miozänpflanzen wie *Taxodium dubium*, *Libocedrites salicornioides*, *Ulmus pyramidalis* sowie *Daphnogene* sp. und rezenten Charaktergattungen des mediterranen Raumes wie *Cupressus*, *Quercus*, *Castanea* und *Paliurus*. Darin kommt nicht nur das oberstmiozäne Alter der Lieferschichten zum Ausdruck, sondern vor allem auch die Gleichartigkeit der klimatischen Bedingungen während der Sedimentationsdauer des Zyklus. Irgendwelche gerichtete Klimaentwicklung ist paläobotanisch nicht feststellbar. Die generellen aus der gesamten Paghi-Flora hervorgehenden Aussagen (vgl. auch HEIMANN, JUNG & BRAUNE, 1975) finden eine Bestätigung durch die von SCHNEIDER & VELITZELOS jüngst (1973) beschriebene Pflanzenvergesellschaftung aus obermiozänen oder unterpliozänen limnisch-terrestrischen Schichten Westmakedoniens.

4. Folgerungen

Der evaporitische Zyklus II des Profils Paghi setzt sich aus einer Wechselfolge fein- und feinstklastischer sowie chemischer Sedimente zusammen. Diese Sedimente kamen z. T. durch über längere Zeiträume andauernde (Großzyklus) als auch kurzzeitig wechselnde (Karbonat- und Gips-Laminae) Bedingungen zustande. Während Tiefen-, Konzentrations- und jahreszeitliche Schwankungen den kurzzeitigen oder Oszillationen zugesprochen werden, muß die Bildung eines Großzyklus bei nicht immer genereller, sondern durchaus auch standortbedingter Einschränkung der freien Wasserzirkulation zustandegekommen sein.

Ein für den Bildungszeitraum eines Großzyklus denkbares Ansteigen der mittleren Jahrestemperatur und damit erhöhter temperaturbedingter Evaporation kommt zumindest für den Großzyklus II bei Paghi nicht in Frage, da die Flora, die im Liegenden, Hangenden und selbst z. T. auf den Schichtflächen der Gipslaminite eingebettet wurde, durchgehend gleiche Klimabedingungen widerspiegelt.

Angeführte Schriften

BUSSON, G., St. D. LUDLAM & D. NOEL: L'importance des Diatomées dans les dépôts actuels varvés de Green Lake, modèle de sédimentation confinée. — C. R. Acad. Sc., 274, 3044—3047, Paris 1972.

BUSSON, G. & D. NOEL: Sur la constitution et la genèse de divers sédiments finement feuilletés (laminites) . . . — C. R. Acad. Sc., 274, 3172—3175, Paris 1972.

EDINGER, St. E.: The Growth of Gypsum. — J. Crystal Growth, 18, 217—224, 1973.

HEIMANN, K. O.: Das evaporitführende Messin auf den Ionischen Inseln Zakynthos, Kephallinia und Korfu samt einem Anhang über vergleichende Untersuchungen im Messin Siziliens. — Diss. Techn. Univ. München 1976.

HEIMANN, K. O., W. JUNG & K. BRAUNE: Schichtenfolge und Flora des Messinien in Nord-Korfu. — Mitt. Bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol., **15**, 169—177, München 1975.

HEIMANN, K. O. & G. H. MASCLE: Les séquences de la série évaporitique messinienne. — C. R. Acad. Sc., 279, 1987—1990, Paris 1974.

Kinsman, D. J. J.: Recent carbonate sedimentation near Abu Dhabi, Trucial Coast, Persian Golf. — Thesis Imperial College London 1964 (unpubl).
Mägdefrau, K.: Paläobiologie der Pflanzen, 4. Aufl., 549 S., 395 Abb., Jena 1968 (Fischer).
Neev, D.: Recent precipitation of calcium salts in the Dead Sea. — Res. Council Israel Bull., 11 G, 153—154 1963.
Schneider, H. E. & E. Velitzelos: Jungtertiäre Pflanzenfunde aus dem Becken von Vegora in Westmakedonien (Griechenland). — Ann. Mus. Goulandris, 1, 245—249, Kifisia 1973.
Wells, A. J. & L. V. Illing: Present-day precipitation of calcium carbonate in the Persion Golf. — In: Dev. in Sedimentology, van Straaten (edit.), Deltaic and shallow marine deposits, 429—435, Amsterdam 1964 (Elsevier).

Tafelerklärungen

Die Nummern beziehen sich auf das Inventar der Bayerischen Staatssammlung für Paläontologie und historische Geologie München.

Tafel 9

Fig. 1: *Ulmus pyramidalis* Göpp., Blatt — leaf of *Ulmus pyramidalis* Göpp. (×1,5); 1974 XXI 13
Fig. 2: *Abies* sp., Nadel — needle of Abies sp. (× 4,5); 1974 XXI 15
Fig. 3: Odonaten-Larven — dragon-fly larvae (×2,5); 1974 XXI 17

Tafel 10

Fig. 1: Nadeliger Aragonit der weißen Laminae. — Aragonite needles of the white laminae (×5000)
Fig. 2: Gipsnadeln unorientiert auf ss (Parallelanordnung zu ss im Schnitt senkrecht zu zu Schichtflächen) (×55)
Needle-shaped gypsum crystals in at-random-orientation on the bedding-plane. (In section normal to bedding-planes needles appear parallel to bedding-plane) (×55)
Fig. 3: *Castanea* cf. *sativa* Mill., Blatt — leaf of *Castanea* cf. *sativa* Mill. (× 1,5); 1974 XXI 12